

D/

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 01-304304
 (43) Date of publication of application : 07.12.1989

(51) Int. CI.

G01B 11/06

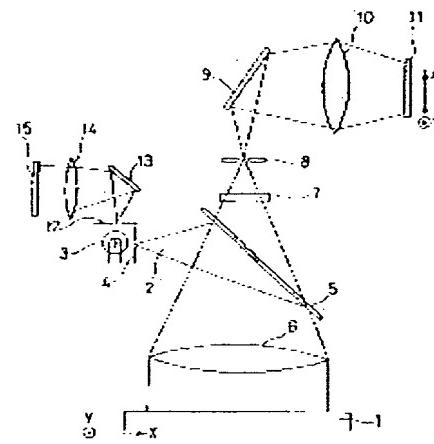
(21) Application number : 63-136330 (71) Applicant : SHIMADZU CORP
 (22) Date of filing : 31.05.1988 (72) Inventor : WATANABE MASAYUKI
 KOIKE MASAHIKO

(54) FILM THICKNESS INSPECTING DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To measure the thickness distribution of a thin film over its wide area by separating reflected light beams from the wide area of the thin film sample into their spectral components and detecting the spectra by means of an array type detector.

CONSTITUTION: The light beams of a white light source 3 are reflected by a beam splitter 5 after passing through a pinhole slit 4 and made perpendicularly incident on a thin film sample 1 after the reflected light beams are changed to parallel light beams. The reflected light beams from the sample 1 are condensed on a slit 8 by means of a lens 6 and toroidal lens 7 and separated into their spectral components by means of a plane grating 9. The spectra are detected by means of a two-dimensional detector 11 through a toroidal lens 10. Moreover, a spectroscope composed of a pinhole slit 12, plane grating 13, lens 14, and one-dimensional detector 15 is provided in order to detect the white light distribution of the light source 3 and correct the measuring data. The detect signals of the detectors 11 and 15 are subjected to a Fourier transform processing by means of a Fourier transform means and the thickness distribution of the thin film sample 1 is found.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) ; 1998, 2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 平1-304304

⑬ Int.CI.⁴
G 01 B 11/06識別記号
G-7625-2F

⑭ 公開 平成1年(1989)12月7日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 膜厚検査装置

⑯ 特願 昭63-136330

⑰ 出願 昭63(1988)5月31日

⑱ 発明者 渡辺 正幸 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑲ 発明者 小池 雅人 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑳ 出願人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

㉑ 代理人 弁理士 野口繁雄

明細書

1. 発明の名稱

膜厚検査装置

2. 特許請求の範囲

(1) 検出部として一次元又は二次のアレイ型検出部をもつ分光器と、白色光源と、薄板試料の広範囲領域に前記白色光源からの光を入射させ、前記薄板試料の広範囲領域からの反射光を前記分光器に導く光学系と、前記分光器の検出信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段とを備えた膜厚検査装置。

3. 発明の詳細な説明

(医療上の利便分野)

本発明は薄板の広範囲の膜厚分布を求める膜厚検査装置に関するものである。

(従来の技術)

基板上の薄膜又は独立した薄膜の微少領域の特定部位に白色光を照射し、その干渉反射光を分光することによって薄膜試料の特定部位の膜厚を算出することが行なわれている。

第2回に示されるように、反射率が n_s の基板上に形成された鏡面半径 r の球面1に対して反射率が n_s の球面半径 r から反射率 n_s が垂直入射したとき、反射率 r は入射光 k の透歟 t の関数として以下の式で表わされる。

$$r(k) = (A - B + C \cos(4\pi n_s k)) / (A + B + C \cos(4\pi n_s k))$$

ただし、 $A = (n_0^2 + n^2)(n^2 + n_s^2)$

$$B = 4 n_0 \cdot n^2 \cdot n_s$$

$$C = (n_0^2 - n^2)(n^2 - n_s^2)$$

であり、 t は薄板1の厚みである。上記の式を変形すると、

$$t(k) = 1 - 2R / (A + B + C \cos(4\pi n_s k))$$

となり、第3回に示されるように、 $t(k)$ は透歟 t に対する周波数依存性となり、その周波数 $1/2\pi d$ である。したがって、薄板1の反射率 r が知られていれば、反射率 r を透歟 t の関数として測定することにより膜厚 t を求めることができる事はよく知られている。

(発明が解決しようとする課題)

従来の方法では、1列の測定では微小面積の特

特開平 1-304304(2)

定部位の膜厚しか測定することができない。そのため、広い面積に渡って膜厚分布を測定しようとなれば試料上の多数の点について測定することが必要になり、1つの試料の膜厚分布を測定するのに時間がかかり、多くの試料の膜厚検査を行なうことが難しくなる。

本発明は数十μm～数十μmの厚さの遮光性被膜の膜厚分布を広い面積に渡って一概に測定することのできる実験を提供することを目的とするものである。

(問題を解決するための手段)

本発明は、検出部として一次元又は二次元のアレイ型検出器をもつ分光器と、白色光源と、薄膜試料の遮光領域に前記白色光源からの光を照射させ、前記薄膜試料の遮光領域からの反射光を前記分光器に導く光学系と、前記分光器の検出信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段とを組んだ膜厚検査装置である。

(作用)

一度に測定される広い面積内に膜厚の異なる部

分が存在しているものとする。それらの異なる部分からの干涉反射光スペクトルはそれぞれ第4回に～～～で示されるようになる。分光器の検出器で測定されるスペクトルは第4回に～～～で示されるように、膜厚の異なる部分からのそれぞれのスペクトルを～～～を合成したスペクトルとなる。この合成されたスペクトルをフーリエ変換することによりそれぞれのスペクトル～～～の分布、すなわち膜厚の分布が求められる。

第4回に～～～で示されるそれぞれの反射光スペクトル $r_c(k)$ をフーリエ変換し、周波数表現に適した函数 $R_c(\omega)$ は

$$R_c(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} r_c(k) \exp(-jk\omega) dk$$

となり、これは膜厚 d_c に対応した周波数に高いピークをもつスペクトルとなる。

異なる膜厚の部分からの反射光が合成された反射光スペクトル r は

$$\begin{aligned} r(k) &= \sum_c R_c(k) \\ &= \sum_c [(A - B + C \cos(4\pi d_c k)) / (A + B + C \cos(4\pi d_c k))] \end{aligned}$$

となる。これをフーリエ変換したスペクトルは ϵ

- 3 -

～～～のそれぞれに分解できる。

$$R(\omega) = \sum_c R_c(\omega)$$

$$R_c(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} r_c(k) \exp(-jk\omega) dk$$

となって、第5回に示されるように、それぞれの膜厚 d_c の分布に対応するスペクトルが得られる。

このようにして得られる膜厚分布に対応するスペクトルが目的の膜厚及びその公差に応する周波数範囲に入っているか否かを判断することにより、その薄膜製品の膜厚分布が合格範囲に入っているか否かを判定することができる。この判定は自動的に行なってもよく、マニュアルで行なってもよい。

(実施例)

第1回は一実施例の光路、分光器及び光学系を示す。

1は遮蔽試料、3は白色光源であり、白色光源3からの光はピンホールスリット4を経てビームスプリッタ5で反射され、レンズ6によって平行光束に直されて試料1に並行入射する。試料1からの反射光はレンズ6、トロイダルレンズ7によ

- 4 -

ってスリット8上に収光される。トロイダルレンズ7は試験内で収光し、試験垂直方向では収光しないように配置されている。スリット8には図で並列収光方向に延びる穴が開けられている。

平面グレーティング9で分光された光はトロイダルレンズ10を経て二次元アレイ型検出器11により検出される。トロイダルレンズ10も試験内で収光し、試験垂直方向では収光しないように配置されている。

スリット8、グレーティング9、トロイダルレンズ10及びアレイ型検出器11は分光器を構成している。

一方、白色光源3の白色光分布を抽出し、固定データを補正するためにモニタ用分光器が設けられている。モニタ用分光器はピンホールスリット12、平面グレーティング13、レンズ14及び一次元アレイ型検出器15を備えている。

第1回において、遮蔽試料1上のあるY位置におけるX方向の細長い面積部分、例えば第6回に示されるA部分、からの反射光スペクトルは、二

- 5 -

—28—

- 6 -

特開平 1-304304(3)

次元アンイ製版装置上上の判定のと位置。例えば第7回に示されるY部分により得られる。第9回でX方向は該装置又は表面を表しておらず、第6回の左側のY部分の該装置からの反射光スペクトルが合成されたスペクトルとして検出される。したがって、これをフーリエ変換すれば該料1のY部分の膜厚分布が得られる。

該料1の他の部分、斜めE部分についても同様にして、それを対応するアレイ型検出器11上のY部分のスペクトルをフーリエ変換することによりそのY部分の膜厚分布を得ることができ。

第8回には一実範例の信号波形を示す。

胡定光を検出するアレイ型検出器11の検出信号は増幅器20によって増幅され、A/D変換器21でデジタル信号に変換された後、CPU A(ダイレクト・メモリ・アクセス)転送モジュール22によってメモリ部23に記憶されていく。一方、白色光源3の分布を検出する透鏡用アレイ型検出器15の検出信号も同样にして、増幅器24によって増幅され、B/D変換器25でデジタル信号

に変換された後、CPU A転送モジュール26によってメモリ部27に記憶される。

メモリ部23の測定データとメモリ部27の測定データはCPU 28に取り込まれ、白色光源分布の補正がなされた後、フーリエ変換処理が施されて膜厚分布が求められる。

さらに、その膜厚分布からその該装置が合格品であるか否かが判断される。

29は操作を行なったり、膜厚分布の判定基準となるデータを入力したりするキーボード、30は測定結果や判定結果を表示するCRTである。

CPU 28は、第1回に示されるような機能を持たず。

31はメモリ部23からの測定データとメモリ部27からの該装置データを取り込むデータ取扱手段、32は光源3の白色光分布により測定データを補正する手段、33はフーリエ変換を行なうフーリエ変換手段、34は得られた膜厚分布から合否を判定する判定手段である。

このCPU 28の動作を第10回に示す。

- 7 -

- 8 -

測定データと参照データを取り込み(ステップS1、S2)、補正を行ない(ステップS3)、フーリエ変換を行ない(ステップS4)、判定を行ない(ステップS5)、表示を行なう(ステップS6)。次に、データを西り込み検査アレイ型検出器11のY方向に移動させ(ステップS7、S8)、同様に処理していく(第1の回路路入)。

また、データの取込みを終点について行なった後には、補正、フーリエ変換、判定及び表示を順次行なうように処理してもよい(第3の回路路入)。

実海例ではフーリエ変換処理をCPU 28上で行なうようしているが、フーリエ変換モジュールをCPU 28に接続するようにしてもよい。

また、アレイ型検出器11として二次元アレイ型検出器を使用しているが、一次元アレイ型検出器を使用することもできる。その場合は、該装置1を回のY方向に移動させることにより、該装置1のY方向の膜厚分布を順次測定することができる。そのような使い方で、例えばフィルム上に形成された膜厚又は荷物フィルムそのものの観

膜厚分布を測定するのに有効である。

また、第1回の実施例ではトロイダルレンズ7、10を用いて該装置1の一方の(他ではX方向)の領域内の膜厚分布を同時に測定するようにしているが、トロイダルレンズ7、10を省略することによって該装置1の二次元方向の広い領域の膜厚分布を同時に測定することができる。

(発明の効果)

本発明では溶液該料の広範囲の領域からの反射光を分光してアレイ型検出器で検出することにより、広範囲の膜厚分布を同時に検出するようにしたので、広い面積の膜厚分布を短時間に測定できる。

従来のように微小面積の多数の部材を測定するのに比べると可動部分が少なく、その点でも測定が容易で、短時間に行なうことができる。

4. 回路の簡便化説明

第1回は一実施例の実として光学系を示す構成図、第2回は干涉反射光を示す図、第3回は單一膜厚の干涉反射光スペクトルを示す波形図、第4

- 9 -

--29--

- 10 -

特開平 1-304304(4)

図は見る側の干渉反射光スペクトルと合成された干渉反射光スペクトルを示す波形図、第5図はフーリエ変換により得られる厚さ分布を示す波形図、第6図は一実施例における薄板試料上の測定領域を示す平面図、第7図は二次元アレイ型検出器上に応する検出領域を示す平面図、第8図は一実施例における信号処理系を示すブロック図、第9図は一実施例におけるCPUの構成を示すブロック図、第10図は一実施例におけるCPUの動作を示すフローチャート図である。

1 ……薄板試料、2 ……入射光、3 ……白色光源、4 ……ピンホールスリット、5 ……ビームスプリッタ、6 ……レンズ、7、10 ……トロイダルレンズ、8 ……スリット、9 ……平面グレーティング、10 ……三次元アレイ型検出器。

特許出願人 株式会社島津製作所
代理人 弁護士 舟口義雄

- II -

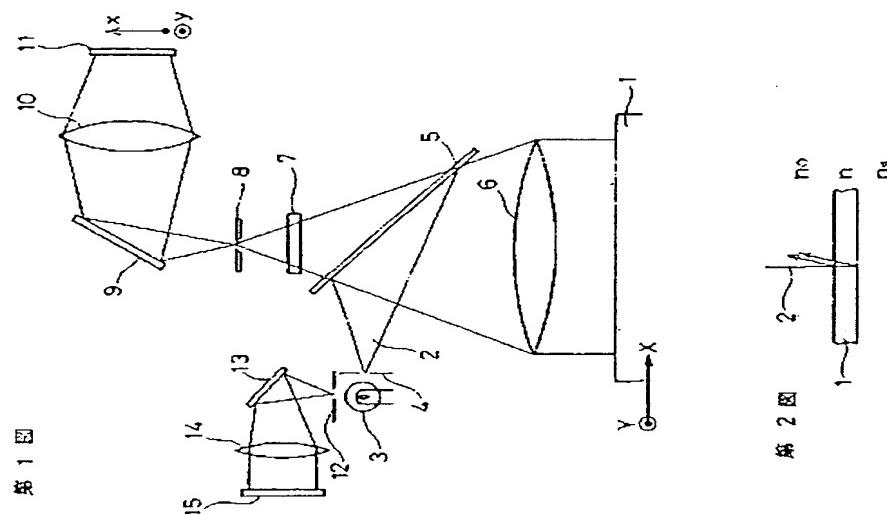


図 1 構

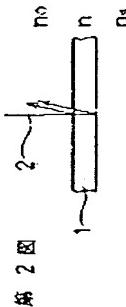
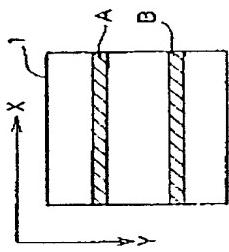
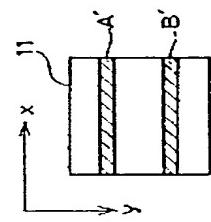


図 2 図

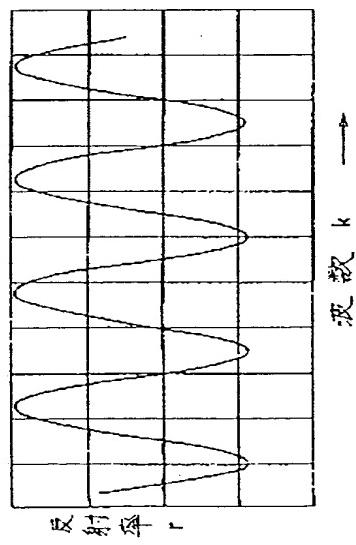
特開平 1-304304(5)



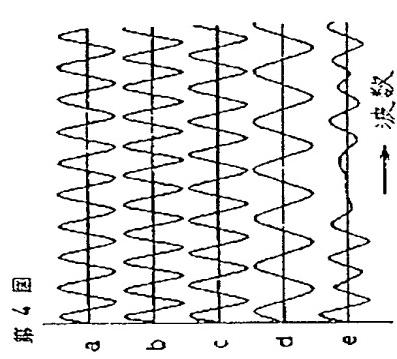
第6図



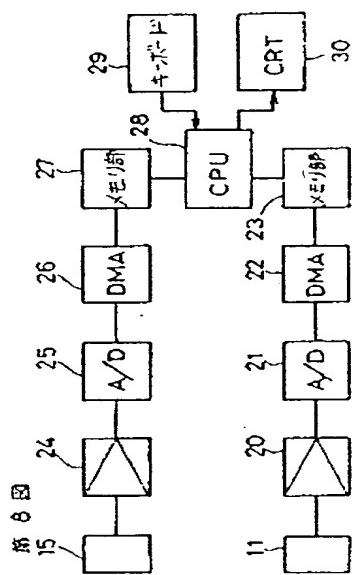
第7図



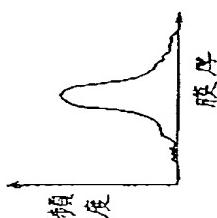
第3図



第4図



第6図



第5図

特開平 1-304304(6)

